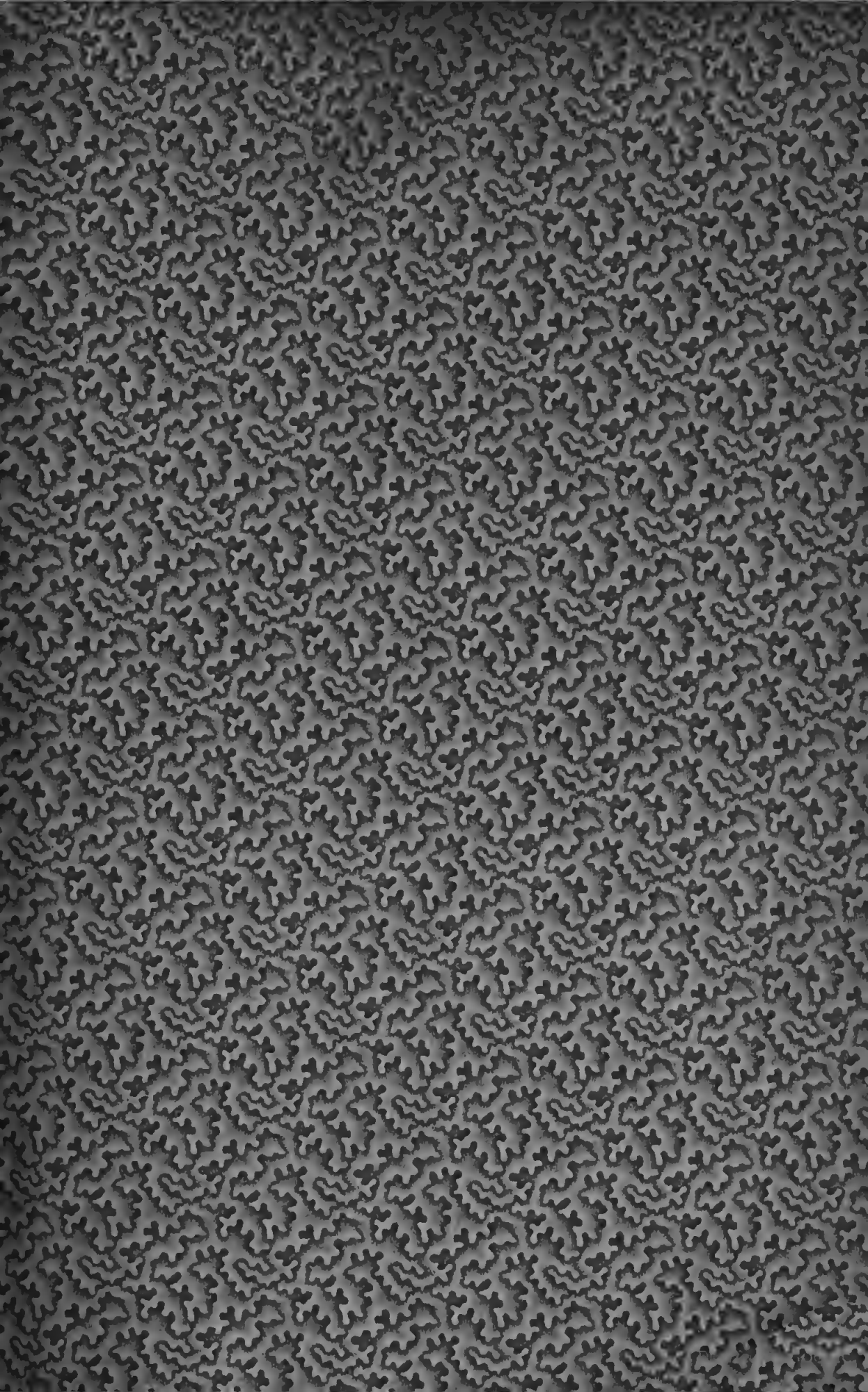
B G

UNIV
ENT



Acc. 9518.

Digitized by Google

Digitized by Google

LA

CHAMBRE NOIRE

ET

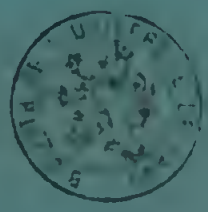
LE MICROSCOPE

PHOTOMICROGRAPHIE

PRATIQUE

PAR

JULES GIRARD



PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE-ÉDITEUR

24, RUE HAUTEFEUILLE

1869

LA

CHAMBRE NOIRE

ET

LE MICROSCOPE

Digitized by Google

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

Digitized by Google

LA CHAMBRE NOIRE

ET

LE MICROSCOPE

PHOTOMICROGRAPHIE
PRATIQUE

PAR

JULES GIRARD

PARIS
F. SAVY, LIBRAIRE-ÉDITEUR
24, RUE HAUTEFEUILLE

1869

Digitized by Google

LA CHAMBRE NOIRE

ET LE MICROSCOPE

PHOTOMICROGRAPHIE PRATIQUE

I. — PRÉLIMINAIRES

INTRODUCTION

La photographie a réalisé beaucoup de progrès dans son application aux sciences expérimentales ; la combinaison de la chambre noire avec le microscope est appelée à rendre des services signalés pour les travaux d'histoire naturelle par l'exactitude de ses résultats. Un artiste peut certainement dessiner avec précision les objets situés dans le champ du microscope, soit directement par interprétation, soit plus mathématiquement avec la

Digitized by Google

chambre claire ; mais par l'un comme par l'autre de ces procédés, malgré toute l'habileté qu'il apportera, et la conscience de copie, il n'arrivera jamais à donner une représentation aussi parfaite d'un sujet microscopique que la lumière, car elle est d'une irréfutable exactitude, brutale même, excluant toute complaisance d'interprétation, ne dénaturant pas les merveilles de délicatesse des charmantes conceptions de la nature. Le dessin n'est pas pour cela à répudier, au contraire, il est indispensable à celui qui se livre sérieusement aux études micrographiques ; une figure est toujours beaucoup plus explicite que la description écrite didactiquement ; seulement n'étant pas le privilége de tous, la photographie peut le remplacer ; elle lui vient en aide aussi en préparant la masse du dessin, ou en permettant au savant de faire traduire ses observations par le dessinateur.

La *photomicrographie* ne doit pas être confondue avec la photographie microscopique ; la première a pour but d'agrandir les infiniment petits, la seconde diminue les images, pour ensuite être vues avec une combinaison optique amplifiante ; l'une

est ainsi le contraire de l'autre, quoique comprises vulgairement et inintelligemment sous une dénomination erronée.

Émanant directement du microscope solaire et de la photographie, l'art de fixer chimiquement les sujets microscopiques remonte aux premiers temps de l'invention de Daguerre. Uniquement scientifique, elle ne s'est pas autant propagée que la photographie pittoresque, quoique l'on comprît tout l'avantage que l'on en tirerait. Étant plus spéciale et plus sérieuse, elle est restée en arrière, ou du moins elle n'a été travaillée que par quelques rares expérimentateurs. Ensuite son cercle d'action est limité, elle n'est pas pratiquée professionnellement, elle n'est aucunement rémunératrice, exige un matériel dispendieux et beaucoup de temps à lui consacrer.

Il est réservé un brillant avenir à la photomicrographie. Elle est appelée à faciliter énormément les explications orales ; dans les cours pour les travaux techniques, où il est nécessaire de présenter, à l'appui des faits énoncés, pour faciliter la description, une fidèle représentation du sujet, la projection à la

lanterne ou l'exhibition simple d'épreuves y sont très-utiles ; dans les ouvrages de sciences, l'application de la photomicrographie à l'héliogravure élucidera le texte en excluant toute faute d'interprétation de dessin ; des épreuves peuvent être données comme solution comparative d'un problème de sciences naturelles. On forme généralement de très-jolis albums d'épreuves intéressantes et agréables à l'œil, qui figureront avantageusement sur une table de salon, et seront feuilletées avec curiosité, amusants et instruisants à la fois; mais le but réellement utile et pratique est de s'en faire un puissant auxiliaire dans les études comparatives qui sont entreprises avec continuité dans un même ordre d'idées. Travailler et chercher, c'est la ligne de conduite que doit suivre celui qui s'adonne aux recherches micrographiques.

Il se présente une multitude d'obstacles d'autant plus saillants, que les plus petites imperfections se traduisent d'une manière monstrueuse. La photomicrographie demande de la part de celui qui s'y livre des connaissances étendues sur les deux branches de sciences desquelles elle procède ;

l'opérateur ne doit l'entreprendre qu'avec l'intention bien arrêtée d'y apporter le soin le plus minutieux, une patience à toute épreuve, une persévérance soutenue, et beaucoup d'ordre matériel et intellectuel. Si elle exige beaucoup, elle est amplement compensatrice ; les amis des sciences qui éprouveront dès le début du dégoût par les insuccès inévitables, seront ensuite bien dédommagés du labeur des premiers travaux par la séduisante réussite qui couronnera leur assiduité.

Comme dans la plupart des sciences expérimentales, les différents auteurs qui ont traité un sujet l'ont envisagé à leur point de vue, selon la direction qu'ils avaient suivie, nous profiterons de nos devanciers pour donner des notions sur la *photomicrographie pratique*, en la dégageant autant que possible des considérations purement techniques ; afin de la vulgariser, nous tracerons la méthode qui nous a paru la meilleure et la plus simple pendant cinq années consécutives de travail. Simplifier, c'est progresser. On n'oubliera pas cependant que l'opérateur, après avoir consulté l'expérience d'autrui, a besoin de recourir à sa propre initiative,

pour acquérir la pratique suivant ses aptitudes personnelles.

Nous nous sommes restreints uniquement à ce qui a directement trait à la photomicrographie proprement dite; elle est dérivée de deux sciences distinctes, que l'on est nécessairement obligé de connaître, et pour lesquelles de nombreux traités spéciaux ont été faits ; comme ils sont les compagnons naturels de la photomicrographie, nous nous renfermerons strictement dans ce qui fait partie intégrante du sujet, sans aborder aucune question, partiellement propre à la photographie ou à la micrographie, qui serait en dehors des limites déterminées.

HISTORIQUE

La première application retentissante de la photographie à la micrographie eut lieu en France en 1840. M. Donné présenta à l'Académie des sciences des épreuves sur plaque daguerrienne ; en même temps, en Angleterre, l'éminent photographe Talbot, puis M. Dancer, faisaient de la photographie

avec le microscope à gaz et le microscope solaire, mais sur papier et sur verre. En 1841 et pendant les années suivantes, M. Richard Hodgson, le Rév. Read, M. Kingsley, s'occupèrent activement de cet art nouveau. M. Donné, ayant acquis la pratique des épreuves faites au microscope solaire, publia, conjointement avec M. Foucault, le bel atlas d'anatomie microscopique dont les gravures à l'eau-forte avaient été exécutées d'après des images obtenues sur métal. Vers 1850 et 1852, M. Delves, puis M. Higley soumirent des épreuves remarquables à la « Société royale de micrographie ; » M. Wenham, micrographe distingué, fit aussi des études photographiques avec succès. En Allemagne, citons comme ayant pris part à ces travaux à la même époque MM. Mayer, à Francfort ; M. Albert, à Munich; ainsi que MM. Hesseling et Kallman ; M. Gerlach, en 1862, publia un album d'épreuves photomicrographiques, œuvre réellement d'un habile praticien; il était suivi en 1865 par M. Helwig, de Mayence. La photomicrographie fut reprise à Paris de 1857 à 1862 par M. Bertsch, inventeur d'un microscope solaire avec polarisation chromatique, construit par M. Hart-

nach, il fit des diatomées avec succès; M. Nachet, fabricant d'instruments de micrographie, s'en occupa aussi pendant quelque temps. Aux États-Unis d'Amérique, M. Dean (de Boston) (1864) l'appliqua aux recherches d'anatomie médicale; M. Draper s'en servit pour faire exécuter avec précision des dessins sur bois pour un ouvrage. Mais M. le docteur Brevet, lieutenant-colonel Woodward, assisté du docteur Curtis, est celui qui dans le nouveau monde éleva cette science au superlatif; le *Medical Army Museum* ne recula devant aucun sacrifice pour lui favoriser ses expériences remarquables. Citons encore en France le docteur Duchenne (de Boulogne); M. Rouget, M. Duvette (d'Amiens); en Angleterre, le docteur Maddox, avec une pratique de longues années, s'acquérait une renommée justement méritée par les perfectionnements qu'il y apportait, et notamment dans les dispositions d'éclairage. M. Moitessier publia en 1866 le premier traité spécial de *Photographie appliquée aux recherches micrographiques*, accompagné d'épreuves sur papier au chlorure d'argent ordinaire. Il fut suivi en 1868 d'un autre ouvrage allemand du docteur Reichard,

ayant pour but la vulgarisation, également accompagné de quelques épreuves sur papier leptographique. A l'Exposition universelle de 1867, la photomicrographie était représentée par M. Neyt (de Gand), qui opérait suivant la méthode de M. Bertsch, et par M. Lakerbaüer, dont on a remarqué les épreuves agrandies successivement. Mentionnons encore comme contemporains ayant travaillé ce sujet : M. le comte Castracane, qui s'est spécialement adonné à la reproduction des diatomées ; M. Guinard, de Montpellier ; et M. de Brébisson, le célèbre diatomiste. Cette nomenclature ne comprend pas divers travailleurs obscurs de la micrographie, et des expérimentateurs se révélant de temps en temps, qui, sous le nom modeste d'amateurs, ne concourent pas moins à répandre le goût de la science et lui font souvent faire de vrais progrès.

INSTALLATION

Le local destiné aux opérations doit être choisi selon la place dont on a la libre disposition, et l'importance des travaux qui sont à exécuter ; pour

le simple étudiant ou l'amateur, il sera plus élémentaire, que pour les recherches et les opérations de haute portée. C'est à chacun de pourvoir à ses besoins, dans les termes qu'il comprend. Il faut savoir s'organiser soi-même, savoir travailler manuellement, manier les outils de l'ouvrier, pour établir ce qui sert à ses expériences, car on rend ainsi mieux sa pensée directement, telle qu'on la comprend. La plupart des savants qui ont fait des expériences célèbres ont été les fabricants de leurs instruments.

Il est avantageux de pouvoir disposer d'un local vaste et commode, mais cependant il n'est pas nécessaire d'avoir un atelier spécial, comme pour la photographie ordinaire. Il suffit d'une fenêtre d'appartement orientée en plein midi, d'une terrasse ou d'une place extérieure quelconque à cette exposition. Comme il est urgent que les rayons solaires tombent directement sur l'appareil réfecteur, on évitera de les faire passer à travers les vitres d'une fenêtre, qui les affaiblissent et les intervertissent. Si l'on travaille dans un jardin, on évitera le reflet vert du feuillage.

Les minutieuses opérations de ce genre de travail exigent une parfaite stabilité. La moindre vibration pendant la pose compromettrait la netteté de l'épreuve; aussi, dans les villes, on s'éloignera des rues où la circulation active des voitures sur le pavé cause de la trépidation et de tout sujet qui pourrait en fournir les moindres indices; un pas lourd sur le plancher est même nuisible.

Le *laboratoire*, ou la pièce affectée spécialement aux manipulations chimiques de la photographie, rentre dans la catégorie de celles qui sont communément en usage. Si l'exposition, l'espace, le comportent, elle peut servir à la fois de laboratoire, de cabinet obscur pour les manipulations et la sensibilisation, et l'on y adaptera à la fenêtre le microscope solaire photographique. Cette triple destination économise l'emplacement; elle est basée sur l'admission réglée de la lumière par les agencements que l'on apporte dans la disposition de la fenêtre. Si l'on installe l'appareil d'une manière mobile extérieurement, il est nécessaire que ce soit dans le voisinage immédiat du laboratoire, pour ne pas perdre inutilement du temps, dans le

trajet répété. On est plus commodément au rez-de-chaussée ; le laboratoire sera fourni abondamment d'eau pure, sur un large évier, pour les lavages ; la partie principale de la pièce sera occupée par une grande table destinée aux manipulations ; le long des murs des planches seront disposées pour recevoir les flacons, la verrerie, les ustensiles de toute nature ; un buffet contiendra les produits chimiques, les menus objets ; des clous fixés aux murs dans les places disponibles serviront à mettre toute chose d'un usage direct.

On évitera surtout l'encombrement ; l'ordre et la propreté régneront constamment pour faciliter le travail régulier ; c'est un des points importants de la photographie, et l'on y veillera directement. Quoiqu'il ne soit pas possible de satisfaire aux exigences multiples d'un laboratoire, on y prendra ses habitudes, et par l'usage on opérera à l'aise.

II. — L'APPAREIL PHOTOMICROGRAPHIQUE

CHOIX ET DISPOSITION DE L'INSTRUMENT

Les instruments dont on a besoin étant ceux du micrographe et du photographe, on s'arrangera autant que possible pour n'avoir pas d'instruments spéciaux, mais pouvant être utilisés dans toute leur acception pour l'une et l'autre science. Avec quelques modifications très-sommaires, quelques accessoires insignifiants, on transformera leur destination première, tout en leur laissant la faculté de servir indistinctement. Avec la chambre noire, à laquelle on aura restitué l'objectif, on pourra faire des portraits et prendre des vues.

Avec un médiocre instrument, on arrive à faire des observations utiles, mais pour la photographie il est urgent d'en posséder un, dans lequel la partie optique soit très-soignée et le mécanisme perfectionné. On aura un microscope suspendu sur axe, afin de pouvoir prendre toutes les positions entre

l'horizontale et la verticale; l'ajustement du foyer se fera d'abord par un mouvement rapide commandé par une crémaillère, et ensuite par un second mouvement lent à vis micrométrique, installé pour que si les objectifs viennent à toucher l'objet, ils remontent sous l'effort de la résistance. La platine sera montée à rotation, de manière à pouvoir tourner dans tous les sens, par rapport à l'incidence de la lumière; elle portera deux pinces à ressort pour fixer les préparations. La platine est souvent garnie d'une double platine à vis de rappel pour déplacer mécaniquement les objets; c'est quelquefois encombrant; aussi vaut-il mieux s'habituer à mettre à la main la préparation à la place qu'elle doit occuper. L'éclairage sera formé d'un double miroir plan d'un côté et concave de l'autre, monté sur articulations pouvant se développer dans le plan vertical de l'axe de la vision, pour obtenir des effets d'éclairage oblique. Un système de coulisses verticales placées entre le miroir et la platine permettra, à l'aide d'un levier, de déplacer les diaphragmes, de mettre des verres colorés, le polariseur, ou un condensateur.

La disposition de l'appareil photomicrographique n'est autre que la substitution de l'objectif ordinaire pour vues ou portraits, à l'objectif à très-court foyer du microscope, qui placé près du sujet préparé sur une lamelle de verre, éclaire le porte-objet par réflexion, ou quelquefois par condensation directe par en dessus.

CABINET NOIR PHOTOGRAPHIQUE

Les installations, différentes selon chaque opérateur, se réduisent cependant à deux principes généraux. Le microscope est établi comme l'ancien microscope solaire, et fixé dans la menuiserie d'une fenêtre éclairant une pièce, convertie dans sa totalité en chambre noire, où l'on adapte le microscope d'observation, l'oculaire naturellement supprimé, dans une position horizontale ou verticale, à l'extrémité de la chambre noire portative en usage général dans la photographie. Chacun de ces systèmes a ses qualités et ses inconvénients selon des circonstances variables.

Si les opérations prennent un caractère d'ampli-

tude marquée, qu'on ait besoin d'une pièce entière pour établir l'appareil, on se trouve dans l'obligation de satisfaire à plusieurs exigences matérielles. Il n'est pas toujours possible de donner l'emplacement nécessaire et de le faire concorder avec la situation qu'il doit occuper; l'instrument uniquement consacré à la photographie ne pourra être pas employé pour l'observation, s'il est construit comme microscope solaire; un héliostat est indispensable; et la mise au point sur le bâti mobile porte-châssis demande quelque complication mécanique pour fonctionner commodément

Nous pouvons citer comme une des installations les plus convenables celle adoptée par M. le docteur Woodward. La pièce convertie en cabinet noir est inaccessible à la lumière; du côté sud s'ouvre une petite fenêtre à côté de l'instrument, pour observer l'état du ciel et régler l'héliostat supporté extérieurement sur une crédence; le microscope est un des grands modèles destinés à l'observation, incliné horizontalement, reposant fixement sur une tablette et ajusté à un trou circulaire percé dans un petit

volet ; la fenêtre voisine est vitrée d'un verre jaune. Si l'on ne fait pas usage de l'héliostat, une petite tringle amovible de l'intérieur permet l'ajustement d'un miroir monté à coulisse. En face, dans le plan diamétral optique, s'élève un bâti mobile porte-châssis, avançant et reculant sur des rails gradués pour indiquer par une simple lecture la distance entre l'objectif et l'écran. Afin d'obvier à l'inconvénient de mettre au point à distance, par la vis même de l'instrument (ce qui est gênant pour les myopes), une tige, fixée au bâti et agissant à tout endroit de la course sur des poulies et des courroies, fait manœuvrer la vis micrométrique.

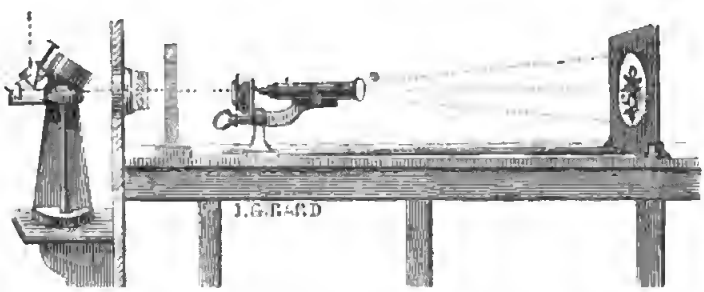


Fig. 1. — Installation du microscope dans un cabinet noir avec héliostat extérieur.

Cette disposition a reçu une modification par M le docteur Maddox ; le bâti, au lieu de se mouvoir sur des rails, glisse sur les coulisseaux gradués

d'une longue tablette, et le microscope est monté sur une plate-forme mobile, pour pouvoir être reculé ou avancé selon les besoins. Extérieurement un héliostat de son invention réfléchit les rayons solaires.

LE MICROSCOPE ADAPTÉ A LA CHAMBRE NOIRE

En adaptant un microscope au bout d'une chambre noire que tout photographe possède, on n'a besoin d'aucune installation importante, et c'est beaucoup plus simple, plus maniable, et à la portée de tout le monde. La chambre sera à soufflet avec environ un mètre de tirage, et de la dimension environ 21 × 27, avec intermédiaires et tous les accessoires. Le format des glaces du commerce, étant plus haut que large, convient mal pour recevoir une image qui est toujours inscrite dans un carré ; il est préférable d'avoir un châssis spécial pour glaces carrées, la surface sera couverte plus régulièrement. A la face antérieure, existe généralement une feuillure destinée à recevoir les planchettes mobiles garnies des rondelles d'objectifs ; on fixera sur l'une

d'elles un cône en caoutchouc, pour faire le raccordement de la chambre noire et du microscope, par

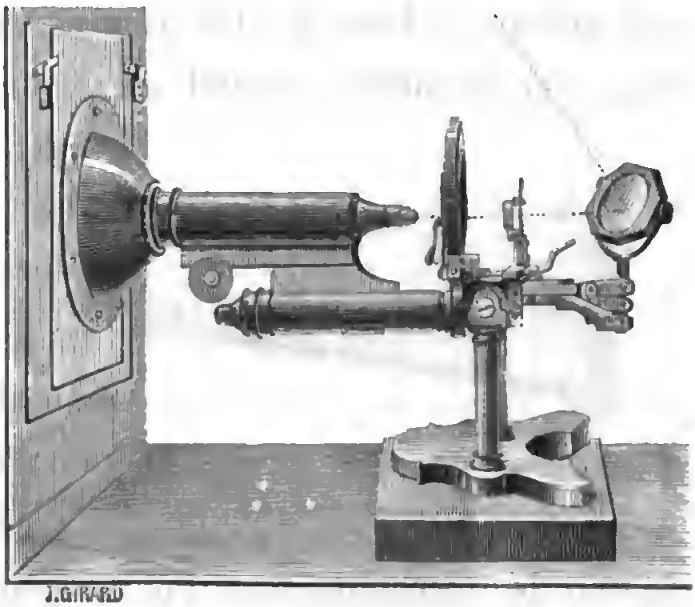


Fig. 2. — Microscope adapté à la chambre noire.

cet intermédiaire souple, se prêtant à tout mouvement de flexibilité ; c'est de beaucoup préférable à un simple trou percé dans le bois, car il faut que les deux instruments soient réunis l'un à l'autre, en conservant cependant leur indépendance, afin d'éviter de se contrarier mutuellement avec ce raccordement ; le microscope est soustrait aux secousses imprimées à la chambre, en réglant la mise au point et en retirant le châssis contenant la glace sensibilisée. Comme les chambres noires n'ont en général

qu'un allongement insuffisant, on fixera, sur une planchette du modèle des autres, un cône métallique ou une pyramide en bois, dont l'extrémité supérieure recevra le raccord en caoutchouc.

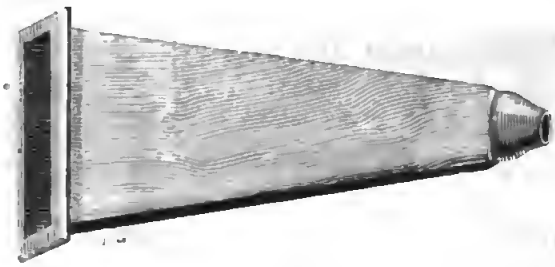


Fig. 3. — Pyramide en bois avec son raccord en caoutchouc pour allonge de chambre noire.

Le modèle de microscope que l'on adapte à la chambre doit être nécessairement inclinant pour prendre la position horizontale ; le tube ordinaire portant l'oculaire et l'objectif est impropre, à cause de sa longueur qui rétrécit le faisceau lumineux : on lui en substituera un autre très-court sur lequel se vissera l'objectif. On fait reposer la base de l'instrument, dont les constructeurs augmentent le poids naturel pour plus de stabilité, sur un socle de hauteur combinée, pour que l'axe optique soit dans la prolongation de celui de la chambre. La meilleure manière, selon nous, de placer l'appareil dans une

position convenable pour le travail, est de le faire reposer sur une tablette de la largeur de la chambre, et d'une longueur d'environ $1^m,50$, montée sur des pieds ayant une inclinaison intérieure pour donner plus d'assiette; vers le bas une planche sert à affermir l'écartement des pieds, et devient très-utile pour disposer les accessoires et menus objets pendant qu'on travaille; la hauteur sera réglée de façon qu'étant debout, on ait le centre du verre dépoli en

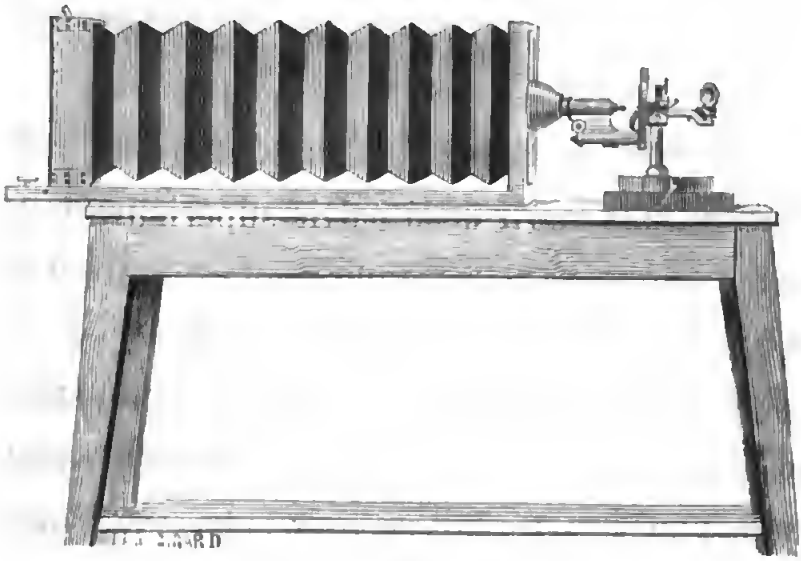


Fig. 4. — Disposition générale de l'appareil.

face les yeux. Dans le cas où l'allongement de la chambre dépasserait de beaucoup la tablette, on le fixerait avec une presse en fer pour éviter un mouvement de bascule, ou l'on mettrait un pied addi-

tionnel. On se place ainsi partout où l'on trouve un rayon de soleil, sans avoir d'autre organisation que celle d'y monter l'appareil quand on veut travailler.

DISPOSITION VERTICALE DU MICROSCOPE

La disposition précédente est notablement supérieure à celle qui serait verticale; cependant on peut y avoir recours dans le cas où l'on voudrait utiliser un miscrocope non inclinant, ou que l'on se contenterait de très-petites épreuves. Elle consiste à placer une boîte verticalement au-dessus du microscope, ou à se servir de la partie supérieure du tube comme de chambre noire, en mettant un tout petit châssis métallique à la place de l'oculaire, et contenant la surface sensible ; l'épreuve est ainsi obtenue dans des proportions très-restreintes. D'autre part, si l'on met une boîte supportée par l'instrument lui-même, il en résultera infailliblement une fixité douteuse, qui compromettra les résultats. On peut obvier à cet inconvénient en laissant l'instrument indépendant, et en faisant porter la boîte sur des colonnettes; mais néanmoins elle est assu-

jettie insuffisamment, et l'opérateur est obligé de prendre une position fatigante pour mettre au point, si elle est un peu allongée, la table qui supporte l'ensemble étant même très-basse. Néanmoins dans certains cas spéciaux le microscope vertical est praticable : M. Gerlach s'en est servi et a obtenu de belles épreuves.

OBJECTIFS

Il importe beaucoup d'avoir de bons objectifs pour produire une image bien nette ; l'objectif est l'œil de la photographie. Dans le microscope, le système optique est encore beaucoup plus essentiel que la partie mécanique qui établit des rapports entre les différentes manipulations de l'instrument. A cause de leur petitesse, les objectifs micrographiques demandent encore plus de perfection dans la taille et le centrage des lentilles, que ceux qui, employés pour la photographie, atteignent des dimensions notablement plus fortes.

Certains microscopes de fabrication courante n'ont d'autres objectifs qu'une combinaison de

lentilles de foyers différents qui se vissent les unes aux autres, selon les grossissements qu'on veut obtenir; cette méthode est complétement défectueuse, parce qu'elle exclut toute qualité optique. Les objectifs qui sont destinés à la photographie doivent être faits spécialement, et corrigés de l'aberration de sphéricité, de l'achromatisme et du foyer chimique En outre, ils seront doués du pouvoir pénétrant, propriété importante qui consiste à définir nettement les détails subtils situés dans les corps soumis à l'observation, et dont on se rend compte par la résolution des *tests-objets*. Cette puissance de pénétration dépend aussi de la grandeur de l'angle d'ouverture (on appelle ainsi l'angle formé par les lignes reliant le point focal à la circonférence de la lentille). L'éclairage est plus intense avec un angle d'ouverture large, mais les lentilles possèdent une pénétration plus grande avec un angle d'ouverture modérée. Avec le perfectionnement dans la taille des lentilles, on est arrivé à obtenir des objectifs dont les angles d'ouverture admettent une vive lumière en ne sacrifiant pas la netteté : M. Ross a fait des lentilles de 170°, et même 176°,

mais dont seulement 146° environ sont considérés utiles.

Comme la lumière blanche n'est pas homogène, qu'elle est composée de différents rayons colorés qui se réfractent inégalement dans un même milieu, il en résulte plusieurs point invisibles qui, au lieu de converger en un point, s'étalent sans qu'on en ait aucun indice en mettant au foyer une image; ce point est le *foyer chimique*, difficile à corriger dans la pratique autrement que par un tâtonnement, qui consiste à chercher quelle est la différence qui doit exister entre la position normale de l'écran pour un certain éclairage, comparativement à la lumière blanche. M. Moitessier a proposé à cet effet un écran mobile muni d'un tube gradué, glissant dans un cylindre fixe. Généralement les objectifs qui sortent des mains d'artistes habiles sont corrigés de leur foyer chimique.

Dans toute étude micrographique, il est indispensable d'avoir à sa disposition un certain nombre d'objectifs de puissances différentes, gradués depuis le plus faible grossissement, jusqu'à la limite extrême que l'on puisse atteindre; combinés avec

un allongement variable de la chambre noire, ils permettent d'obtenir une infinité d'amplifications le nombre sera de quatre ou cinq au moins.

On s'adressera, pour avoir de bons objectifs, aux fabricants qui se sont acquis une réputation de dextérité dans la taille des lentilles ; il est nécessaire de ne les accepter qu'après essai à la chambre noire ; l'essai avec l'oculaire n'est pas assez concluant. Les instruments français, anglais, allemands ont des qualités différentes. Les microscopes anglais, justement estimés, sont caractérisés par la surabondance et la complication du mécanisme ; ils sont éblouissants, luxueux, munis d'accessoires et de pièces très-variées, la partie optique est également très-soignée, mais ils sont très-dispendieux. En France, les fabricants renommés atteignent le même degré de perfection en conservant plus de simplicité, et l'élévation des prix est moindre.

Les formes ont été variées à l'infini, en conservant néanmoins le principe primordial dans la disposition générale de l'instrument ; toutes se rat-

tachent au caractère premier du microscope d'observation et sont ensuite modifiées suivant les usages auxquels ils sont destinés.

Les objectifs français se distinguent par des numéros, dont le plus faible se rapporte au moins fort; il est à regretter, dans cette nomenclature, que les fabricants n'aient pas choisi un numérotage uniforme; chaque atelier ayant le sien, on est obligé d'établir un terme de comparaison approximative. Les objectifs anglais sont numérotés suivant des fractions de pouce, méthode encore plus sujette à induire en erreur.

OBJECTIFS A CORRECTION ET A IMMERSION

Lorsque les objectifs sont destinés à un fort grossissement, les qualités requises sont plus difficiles à obtenir, le foyer devenant extrêmement court. L'intensité lumineuse disparaît et la netteté diminue; on parvient à éliminer ces défauts en appliquant les principes de *correction* et d'*immersion* dont Amici est le promoteur.

Au lieu de laisser les lentilles de l'objectif dans

une position inamovible, on rapproche celle du milieu de l'une des deux autres au moyen d'un collier porté par la monture, qui fait mouvoir extérieurement un curseur indicatif de la position intérieure. Ceci est organisé pour détruire l'action que le verre mince de recouvrement de la préparation exerce sur les lentilles proportionnellement à son épaisseur ; si l'on n'avait qu'une seule épaisseur de verre, la correction serait à régler une fois pour toutes ; mais pour faire disparaître ce vice variable de corrélation entre les lentilles et le verre, on opère la rectification suivant chaque préparation. Quelques objectifs sont aussi à correction double ; permettant de changer la distance des trois lentilles entre elles, ils neutralisent mieux les influences des couvre-objets épais et étendent les limites de la correction.

L'*immersion*, combinée avec la correction, consiste à déposer une goutte d'eau très-pure sur le verre de recouvrement, pour remplacer la couche d'air séparant la lentille frontale du verre. Cela a pour but d'augmenter la netteté ; l'indice de réfraction de l'air étant très-éloigné de celui du verre,

tandis que celui de l'eau en diffère peu, on annule ainsi les réflexions même en faisant usage de la lumière oblique. On a proposé la glycérine pour remplacer l'eau, comme plus avantageuse, mais elle a l'inconvénient de salir beaucoup les lentilles.

A la pénétration et à la clarté de l'image s'ajoute ainsi une plus grande distance focale entre la lentille frontale et le verre de recouvrement, avantage qui, avec le système ordinaire, obligerait à se servir de verres infiniment minces, car cette lentille le toucherait. On en prendra le plus grand soin ; on évitera de passer dessus, pour les nettoyages, des linges durs, la plus petite éraillure serait la perte de l'objectif ; on se contentera d'enlever la poussière avec un blaireau ou une mousseline très-fine, et de souffler fortement dessus pour enlever la goute d'eau adhérente.

III. — PROCÉDÉS OPÉRATOIRES

LA LUMIÈRE

Le rayon de *soleil* n'est pas simple, il est composé de sept rayons de lumière ayant chacun une couleur différente, qui forment le spectre solaire : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge ; ces sept couleurs se fondent plus ou moins les unes dans les autres, en sorte qu'il existe une infinité de nuances intermédiaires. Au delà du rouge, existent des radiations de chaleur obscure ; au delà du violet, elles sont susceptibles d'exercer une action chimique ; le spectre est ainsi divisé en partie calorique et partie chimique. En photographie, les rayons caloriques sont nuisibles, surtout quand, ayant besoin de beaucoup d'intensité, on condense le soleil sur un point ; l'impressionnement des surfaces sensibilisées par l'iodure d'argent sous les rayons violets, commence à la raie F du spectre de

Frauenhofer, atteint son maximum en H, et va en s'affaiblissant jusqu'aux limites des rayons ultra-violets.

En considérant le microscope comme instrument photographique, on comprend qu'il est nécessaire de recourir à une grande intensité lumineuse, qu'on n'obtient que par condensation avec des lentilles; il provient de là des complications de phénomènes lumineux insaisissables, en relation avec la nature du sujet et les objectifs employés, et qui cependant se traduisent sur l'épreuve, tantôt caractéristiquement, tantôt jetant des perturbations, et donnent une fausse image sans qu'on ait soupçon de la loi qui les régit.

Le soleil est la première cause des effets lumineux et des réactions chimiques qui s'accomplissent; c'est la lumière solaire qui convient le mieux aux opérations par son intensité naturelle et ses qualités. Dans les climats septentrionaux, il ne se montre suffisamment que pendant la belle saison; s'il fait quelques rares apparitions en hiver, il perce une atmosphère brumeuse et est trop incliné sur l'horizon; pendant ce temps on préparera les

sujets microscopiques qui devront être reproduits au retour du beau temps.

Certains auteurs disent préférer la lumière diffuse au soleil ; le docteur Reichard trouve qu'elle donne une plus grande douceur de ton aux épreuves ; pour les sujets relatifs aux sciences naturelles, il n'est pas utile de produire un effet artistique ; une grande netteté, une traduction exacte, sont seuls désirables. Lorsqu'on emploie des objectifs forts, la lumière diffuse, même condensée, serait insuffisante, elle ne se borne qu'à quelques cas spéciaux. Il est préférable d'avoir recours à l'intensité du soleil, tous les photographes reconnaissent que c'est la vraie lumière pratique ; car, disposant d'une source lumineuse abondante, on la corrige, on la modifie et on l'atténue selon les exigences.

La *lumière artificielle* peut, dans certaines conditions, remplacer celle du soleil, comme dans les projections microscopiques à la lanterne ; mais en photomicrographie son emploi se justifie tout au plus dans les applications purement expérimentales. Outre la production dispendieuse des lumières artificielles, elles obligent à un agencement compliqué

et gênant. La lumière *électrique* a l'avantage d'une grande intensité et sa composition se rapproche de celle du soleil, mais elle présente une certaine irrégularité actinique quand les charbons s'usent, et de plus, elle produit un foyer chimique. Celle du *magnésium*, obtenue maintenant à meilleur compte, serait très-bonne si le point d'ignition pouvait être constant. La *lumière de Drummond*, modifiée par le gaz oxhydrique, est plus pratique que les précédentes, et est douée d'un pouvoir éclairant très-bon pour les démonstrations expérimentales.

CONDITIONS D'ÉCLAIRAGE ET RÉFLEXION DE LA LUMIÈRE

Quand on reçoit sur le verre dépoli de la chambre noire un faisceau de lumière solaire réfléchi par le miroir, on voit qu'il a une teinte jaunâtre terne qui se traduit sur le négatif par une altération des tons du sujet, un manque de netteté et une perturbation générale dans l'ensemble. Il est absolument nécessaire de modifier l'éclairage tel qu'il est ainsi produit. La lumière qui s'ajoute à la lumière ne détermine pas un éclairage plus intense, car dans cer-

taines conditions elle engendre de l'obscurité; si ces rayons se rencontrent de manière à détruire les vitesses de leurs vibrations réciproques, il se produit une *interférence*, d'autant plus sensible que le grossissement est plus fort.

Afin de corriger la lumière, on la fait passer par un milieu modificateur, avant qu'elle traverse l'objectif. M. Woodward et ensuite M. Moitissier ont indiqué une cuve de lames de verre parallèles écartées d'environ un ou deux centimètres; contenant une solution de sulfate de cuivre à 5 pour 100; le liquide la monochromatise, il élimine les rayons inactifs, donne une radiation brillante (violette), quoiqu'il laisse encore passer quelques rayons caloriques qui sont néanmoins peu nuisibles. Une solution d'alun donne un champ incolore et élimine aussi les rayons caloriques.

Dans certaines dispositions d'appareil, comme dans celle du microscope inclinant adapté à la chambre noire, où il est incommode d'interposer une cuve à liquide monochromatisant, entre le miroir réflecteur et l'objectif, surtout si les rayons solaires tombent suivant une certaine manière, on

pourra le remplacer par un *verre bleu cobalt très-pur*, placé dans la pièce mobile de la coulisse. On élude ainsi en partie l'interposition de la cuve, en transigeant un peu avec la théorie de la lumière, mais nous pouvons affirmer, par suite d'un long usage, que le verre bleu cobalt donne dans la pratique de bons résultats, et que l'interférence qu'il peut produire n'est sensible que dans quelques circonstances des forts grossissements.

Le prisme a été préconisé par M. le comte Castracane, entre les mains de qui il a donné de bons résultats ; mais au point de vue pratique, il est inférieur, comme étant moins commode à manier que le miroir, et causant ensuite une forte déperdition de lumière. S'il est possible de faire disparaître le premier inconvénient par un mécanisme approprié, le second ne sera pas évité. Le prisme doit être en *flint* placé à une courte distance du condensateur achromatique, qui permette une dispersion suffisante pour donner le rayon violet ; mais la cuve à sulfate de cuivre donne encore moins d'interférence à cause de la petite quantité de rayons qui sont transmis. Le docteur Maddox, qui a étudié avec un

soin spécial l'éclairage pour la photomicrographie, se sert tantôt du miroir, tantôt d'un prisme d'Abraham condensateur achromatique dont une face est convexe ; il la place à une distance telle du sujet que les rayons se croisent avant d'y parvenir, afin d'éviter la chaleur intense produite par le faisceau lumineux, qui serait dangereux pour la préparation et pourrait décoller les lentilles. Rarement il l'emploie seul, mais bien avec une lentille condensatrice achromatique placée sous la platine de l'instrument.

Le miroir se manie aisément, se trouve à tous les microscopes, et n'a qu'une faible déperdition d'intensité lumineuse d'environ un tiers ou un quart de la totalité ; il est nécessaire qu'il soit plan d'un côté et concave de l'autre, afin de varier les effets lumineux : avec un objectif faible le côté plan sera le meilleur ; avec un objectif moyen ou fort, le côté concave permettra de produire un faisceau lumineux concentré proportionnellement au diamètre des lentilles, qui seront couvertes pour produire sur le verre dépoli ou écran un cercle complet, si le miroir est bien disposé et si le microscope est bien placé dans l'axe de la chambre noire.

En amenant un point lumineux vif sur la lentille frontale, passant par la préparation, on arrive généralement à donner une intensité suffisamment énergique pour impressionner la surface sensible à une assez grande distance, même en faisant usage de lentilles très-petites. Cette méthode, simple par elle-même, réussit bien pour le travail ordinaire, mais elle exige une certaine habitude pour placer le miroir; les rayons réfléchis ne sont pas rigoureusement centrés et l'intensité peut laisser à désirer par suite de l'homogénéification; on a recours alors à la condensation, qui est surtout utile avec l'emploi des objectifs forts.

En faisant passer les rayons solaires à travers la cuve de sulfate de cuivre ou le verre bleu cobalt, on ne détruit pas certains effets secondaires résultant de la direction; il faut que l'appareil éclaireur se prête à donner à volonté un faisceau lumineux régulièrement réfléchi. On emploie, pour satisfaire cette condition, un *condensateur* formé de lentilles convergentes à foyer combiné. En règle générale, la lumière fournie est proportionnelle au diamètre des lentilles. Parmi les différents essais faits par

M. le docteur Maddox, citons : le condensateur achromatique de Sollitt, qui donne un champ très-large exempt d'aberration ; il consiste en deux lentilles achromatiques ayant la surface plane tournée vers l'objet ; une lentille de Coddington, d'un angle d'ouverture d'environ 15° ; deux lentilles plano-convexes superposées ; un doublet achromatiques de 22° d'ouverture. Pour simplifier, on peut employer un objectif du microscope d'un numéro inférieur à celui dont on se sert pour former l'image. M. Moitessier divise en quatre systèmes l'appareil éclaireur : convergent, divergent, parallèle avec croisement des rayons et parallèle sans croisement ; il a adopté deux lentilles, l'une de 5 à 6 centimètres de diamètre, et l'autre de 25 à 30 centimètres de foyer, et l'autre de distance focale très-petite, mobiles sur des coulisses à l'extrémité desquelles est situé le réflecteur.

La réflexion directe sur l'objectif par le miroir ou sur un condensateur demande de l'activité dans les opérations photographique ; le soleil se déplace rapidement. Ceci est d'autant plus sensible que le grossissement est peu accentué. On sera ainsi con-

stamment obligé de veiller et de vérifier si la projection sur le verre dépoli est régulière, afin de la corriger avant de mettre la glace sensibilisé.

Pour réfléchir les rayons solaires dans une direction toujours identique, on emploi l'*héliostat*, appareil portant un miroir mû par un mouvement d'horlogerie qui imprime un déplacement à ce miroir d'accord avec celui du soleil. Il s'applique en photomicrographie plus spécialement aux opérations de cabinet noir qu'au microscope adapté à la chambre noire ; dans le premier cas, on le place extérieurement sur une tablette et on le règle pour le travail de la journée, sans qu'on ait plus ensuite à s'en occuper.

GROSSISSEMENT

Avant de procéder à la mise au point, on choisira sous quel grossissement le sujet sera le mieux reproduit ; on se rappellera ce principe, que ce qu'on gagne en grossissement on le perd en netteté ; pour y satisfaire il faudra *toujours régler le grossissement selon le sujet*, point capital pour arriver à obtenir une bonne épreuve. Sans compromettre la

netteté, qualité première, on poussera néanmoins le grossissement de certains sujets, jusqu'à la limite possible pour faire ressortir les finesses ; mais tous ne sont pas propres à une grande amplification ; plus ils sont délicats, plus on sera libre de les grossir ; aussi, avant de s'arrêter à un grossissement déterminé, est-il quelquefois nécessaire de prendre plusieurs négatifs pour mieux juger de celui qui fera mieux valoir le sujet ; on peut reproduire sous différents degrés, pour démontrer aux personnes peu familières à une étude, la gradation ascendante.

Bien que l'amplification résulte de la puissance de l'objectif en rapport avec la distance où est situé l'écran récepteur, il ne faudrait pas croire qu'avec ces deux éléments à sa disposition, on ait la liberté de les combiner dans toutes sortes de proportions. Il existe une limite et une relation variable dépendantes l'une de l'autre selon le système optique. Lorsque l'on allonge la distance entre l'objectif et l'écran, on étend le champ de projection, mais en même temps les rayons tendent à s'intervertir, par la résistance qu'ils éprouvent à passer

à travers les molécules de l'air, d'où il résulte une déformation de l'image donnée par l'objectif, d'autant plus grande qu'elle est plus éloignée de ce dernier. Sans assigner une limite, on peut regarder la longueur de deux mètres environ comme moyenne, mais très-variable, puisque chaque sujet requis a besoin d'une relation spéciale, selon son grossissement et le plus ou moins d'ensemble que l'on fait ressortir.

MESURE DES GROSSISSEMENTS

Ce serait un tort, dans la pratique de la micrographie, d'attacher une grande importance à une exacte détermination des grossissements ; à moins d'études particulières et minutieuses, il suffit le plus fréquemment d'une approximation ; s'attacher à une mesure rigoureuse n'aurait pour but que de satisfaire une futile curiosité. On perçoit *distinctement* les détails avec tel objectif, telle combinaison optique, n'importe le grossissement à un tiers, et même à moitié près. Cependant on ne doit pas igno-

rer la méthode à employer pour parvenir à le déterminer.

Tous les moyens usités sont basés sur la comparaison d'un micromètre, ou millimètre divisé sur verre en 50 ou 100 parties, avec l'objet placé sous le champ du microscope. Ainsi un sujet qui, vu dans l'instrument, paraît avoir un centimètre, s'il n'a dans sa dimension réelle qu'un dixième de millimètre, le grossissement sera de 100 fois. Dans le microscope d'observation conservant l'oculaire, on prend à la chambre claire les dimensions de l'objet et d'autre part celles du micromètre, et l'on établit la proportion ; on remplace aussi ce procédé en introduisant dans l'oculaire un micromètre, ce qui permet de mesurer directement. L'opération à la chambre noire est beaucoup plus simple et plus exacte ; on a une image réelle au lieu d'une image virtuelle ; on met au foyer un micromètre dont on fait une épreuve ou que l'on trace sur une bande de papier, pour plus tard le comparer avec l'image obtenue dans les mêmes conditions d'amplification.

Pour éviter de recommencer constamment le même travail, on établira une série de mesures

proportionnelles pour quelques distances focales, afin de constituer une table qui sera faite une fois pour toutes. Ainsi on prend sur la base de la chambre noire trois points, l'un rapproché, l'autre au milieu, et un dernier à l'extrémité de l'allongement, pour lesquels on détermine le grossissement obtenu avec chaque objectif ; on forme ainsi une table indicatrice qu'on consultera, quand en voudra connaître le pouvoir amplifiant.

MISE AU FOYER

Ayant définitivement choisi l'endroit de la préparation qui est le plus propre à la photographie, on procède à la mise au foyer ; c'est une opération assez subtile, qui exige du soin et de la précision pour ne pas mettre au point en avant ou en arrière. Quand il s'agira de préparations délicates à reproduire avec un objectif à court foyer, on reconnaîtra toute la nécessité d'avoir un instrument muni d'une vis micrométrique très-fine. En la manœuvrant de la main droite, ayant la tête sous le voile, et regar-

dant le verre dépoli, on prendra les précautions nécessaires pour ne pas exercer une compression inattentive sur le verre de recouvrement de la préparation ; s'il se brisait elle serait perdue, ou, s'il résistait, la lentille frontale de l'objectif pourrait être détériorée. Dans le cas où l'objectif serait à correction et immersion, comme c'est le cas général pour la plupart des objectifs à très-court foyer, il faudrait préalablement l'avoir corrigé avec l'oculaire sur la préparation, et déposer la goutte d'eau avant de mettre au foyer.

L'image sera régulièrement mise en cadre, les diaphragmes réglés ; il est désirable que le soleil vienne du côté gauche, quand on travaille avec le microscope adapté à la chambre noire, pour ne pas gêner l'éclairage, pendant que de la main droite, on dispose la préparation ; la main passant devant le miroir produirait inévitablement un arrêt dans la transmission des rayons solaires. On aura les yeux très-près du verre dépoli en mettant au foyer, une vue myope s'en accommode, mais lorsque la vue n'est pas perçante, on emploie la loupe dont les photographes se servent communément, qui se pose

sur le verre dépoli pour vérifier la netteté de l'image ; on ne mettera pas au foyer, au point central, ce qui, pour une surface uniforme, donnerait une netteté plus limitée : on tâtonnera une zone annulaire mixte entre le centre et les bords.

La position du corps en mettant au foyer devient quelquefois gênante, par l'obligation où l'on est d'avoir la tête cachée sous le voile devant la chambre noire, et d'allonger en même temps le bras pour faire mouvoir la vis micrométrique. Il est difficile de remédier à cet inconvénient inhérent à la disposition d'appareil, qui est d'autant plus sensible que l'allongement de la chambre noire est prononcé ; on peut avoir recours à un aide qui termine la mise au foyer, suivant les indications de l'observateur. M. de Brébisson s'est servi d'un miroir incliné intérieurement au fond de la chambre. On a alors le corps penché sur le milieu de l'appareil, placé sur une table de hauteur convenable, la tête sous le voile et la main droite plus libre pour opérer. Mais mieux vaut encore une position un peu gênante qu'un système mécanique compliqué pour agir de loin. En réglant la distance focale dans un cabi-

net noir, avec l'écran un peu éloigné, il est nécessaire d'avoir un agencement permettant de mettre au foyer près de l'écran, car, si l'on est un peu éloigné, on est sujet à des méprises.

Une fois que tout est complétement arrêté, on interpose sur le trajet des rayons lumineux un carton qui empêche le soleil d'échauffer la préparation et le miroir inutilement, pendant qu'on prépare la glace sensible; lorsqu'on apporte celle-ci pour la substituer au verre dépoli, il sert à régler l'admission et la suppression de la lumière à volonté, sans occasionner aucun dérangement ou vibration dans l'ensemble de l'appareil.

POSE

S'il est impossible pour la photographie ordinaire de formuler une appréciation sur le temps de pose, il l'est encore davantage pour la photomicrographie, où les causes qui la régissent sont tellement multiples et complexes; il est soumis au diamètre des lentilles, à la distance de l'écran, à la nature de l'objet, à la surface de réflexion, au condensateur,

et aux moyens correctifs et homogénéifiants de la lumière. La pose est donc variable depuis l'instantanéité jusqu'à plusieurs minutes, selon l'intensité de l'éclairage; seul l'opérateur peut avec sa propre expérience et la pratique, être juge de la question.

Il se gardera bien de tomber dans l'un ou l'autre excès; ils seraient funestes. Si l'on pose trop, l'épreuve sera voilée ou elle prendra un ton solarisé, qui empêchera que les oppositions soient bien gardées, conditions essentielles pour produire une belle photographie; si l'on ne dispose que d'une faible lumière, comme c'est le cas avec les objectifs très-forts, ou avec la lumière diffuse, on posera plus longtemps, sans toutefois laisser la couche sensible s'altérer, ou l'on emploiera un procédé sec. Mais on ne doit pas présumer qu'avec une lumière très-peu intense, donnant à peine une image formée, on puisse arriver, en exagérant l'exposition, à obtenir une épreuve passable; les détails ne ressortiraient pas et elle serait défectueuse.

Il arrive qu'en opérant avec un ciel clair, mais parsemé de nuages légers, ils passent devant le so-

leil au moment même de la pose; la glace au collodion humide ne peut attendre qu'un temps limité; si le nuage est trop fort, elle est perdue; en regardant la direction du vent, on prévoira les éclaircies, et l'on veillera au moment propice pour exposer la glace; c'est pourquoi on ne travaillera, autant que possible, que par un temps sûr.

Dans quelques circonstances spéciales très-rares, on peut être obligé d'obtenir des épreuves instantanées, comme des animalcules vivants et des phénomènes vitaux en voie de formation; pour avoir une lumière intense, on n'emploiera que de faibles grossissements; la difficulté matérielle la plus importante réside dans l'emploi d'un obturateur agissant rapidement sans produire la moindre vibration de l'appareil optique; le carton que nous avons proposé pour intercepter la lumière convient à cause de son indépendance complète du système; avec quelque peu d'habitude dans la main, on arrivera à s'en servir comme d'un obturateur instantané.

Le temps de pose se mesure généralement mentalement, mais si l'on veut avoir une indication

précise, on emploiera une montre à secondes, ou un métronome, ou un pendule composé d'une balle de plomb au bout d'un fil.

DÉVELOPPEMENT

Le développement du négatif est le résumé de l'art du photographe; il faut posséder une expérience consommée pour faire apparaître l'image latente renfermée dans la couche sensible, de manière à bien rendre le sujet. Considéré sous le rapport uniquement scientifique, ses exigences sont autres que pour la photographie artistique; il réclame autant de soin, mais il ne s'agit pas de produire une épreuve harmonieuse de tons et d'un effet pittoresque plus ou moins accentué; on doit se proposer d'exprimer avec correctitude le sujet de la préparation. Un négatif heurté d'un portrait ou d'un paysage serait défectueux; en photomicrographie, la dureté n'est pas nuisible; une épreuve forcée fait mieux ressortir tous les petits détails, qui, avec une intensité moyenne, seraient inappréciables.

Comme on dispose par différentes combinaisons d'une source de lumière assez intense, il est possible presque toujours d'avoir un négatif suffisamment impressionné, pour n'être pas forcé de recourir aux procédés très-sensibles. C'est pour cela qu'il est convenable de développer à l'acide pyrogallique, de préférence au sulfate de fer. Connaissant difficilement quel a été l'impressionnement, on conduit plus aisément la venue de l'épreuve, avec l'action lente de l'acide pyrogallique ; on traite mieux chaque sujet comme il lui convient, et il donne une certaine intensité souvent précieuse sans avoir besoin de renforcer ; en conséquence, le tirage positif est long, mais l'épreuve gagne.

IV. — APPLICATIONS ET OPÉRATIONS ACCESSOIRES

AGRANDISSEMENTS

Le but vers lequel tend la photomicrographie est en lui-même un agrandissement direct de sujets

d'histoire naturelle ; les agrandissements de la photographie commune ne se font qu'intermédiairement sur un petit cliché obtenu à cette fin très-nettement, et avec une intensité en rapport avec les besoins photographiques. La théorie qui régit les agrandissements est la même de part et d'autre : ce n'est qu'au détriment de la netteté qu'on gagne en grossissement ; aussi, on ne peut espérer atteindre des dimensions extraordinaires, en faisant plusieurs agrandissement ssuccessifs ; au second déjà, tous les traits principaux se perdraient dans la confusion. En photomicrographie, on sera sobre des agrandissements : elle ne s'y prête que dans des proportions restreintes ; dans un portrait ou un paysage, un certain moelleux ne nuit pas, il contribue à donner de la douceur dans les ombres d'une tête, sans détruire la ressemblance, et de l'harmonie au paysage ; mais pour la traduction d'un sujet délicat appartenant aux sciences naturelles, la précision en fait toute la valeur ; déjà il a perdu une partie de cette qualité, si l'on a poussé le grossissement jusqu'aux dernières limites, comme il arrive le plus souvent, tandis qu'en photographie le sujet est considérable-

ment diminué. Ce n'est du reste dans la pratique, qu'en produisant un très-petit négatif, qu'on est parvenu à faire des portraits presque grandeur naturelle après agrandissement; avec des objectifs très-grands, on n'aurait pu y parvenir.

Pour produire un négatif destiné à l'agrandissement, il est indispensable qu'il soit rigoureusement mis au foyer en se servant d'une loupe, et qu'ensuite il soit développé suivant un tel degré d'intensité, que la lumière puisse passer à travers tous les détails les plus fins, sans cependant ne pas manquer d'accuser tous les contours; trop dur, l'éclairage ne pourrait se faire; trop transparent, l'image se formerait sans netteté. Le juste milieu à tenir demande beaucoup d'expérience pratique dans ce genre de développement spécial, qui est totalement dissemblable de celui des négatifs destinés au tirage positif. La réussite capricieuse des agrandissements photomicrographiques, dans laquelle échouent les plus habiles, ne sera tentée qu'avec réserve, les épreuves directes répondent, dans la plupart des circonstances, aux besoins scientifiques les plus nombreux, et ont une valeur supérieure d'inaltérabilité.

La chambre solaire usuelle des photographes est l'appareil le plus convenable pour agrandir des négatifs d'objets microscopiques ; on rentrera alors dans toutes les conditions de ce travail courant du ressort de cette branche de la photographie. A défaut d'appareil, on peut user d'un subterfuge, en se servant du microscope lui-même, avec un *objectif très-faible*, en le prenant comme chambre solaire, dont il n'est en réalité qu'une modification dans le système optique. A cet effet, on fera sur des lamelles de verre de dimensions concordantes avec celle de la platine, et même sur des porte-objets, un petit cliché d'agrandissement, sur lequel on placera la partie inévitablement très-restreinte du sujet à l'étude, mais souvent très-suffisante comme surface, puisque l'on peut obtenir directement les dimensions inférieures de l'ensemble. Afin d'arriver à un résultat satisfaisant, on fera bien de prendre plusieurs petits négatifs avec l'objectif fort, dans le but de choisir celui qui conviendra le mieux à la seconde amplification avec l'objectif faible.

REPRODUCTIONS

Il est souvent utile de copier à la chambre noire des épreuves tirées sur papier, pour augmenter un peu leur proportion, ou pour les diminuer suivant un certain format ; du reste la teinte des positifs au chlorure d'argent se prête très-bien aux reproductions. C'est ainsi que nous avons groupé en mosaïque des diatomées dont le négatif a servi à obtenir l'héliogravure de la figure 6 ; ce mode d'illustration des travaux scientifiques, très-distant du tirage positif au chlorure d'argent qui possède une finesse d'une grande valeur en micrographie, est appelé cependant à rendre des services signalés dans la publicité, en donnant une représentation fidèle et d'une correctitude indiscutable des sujets si petits et si parfaits du monde microscopique. Au surplus, avec une épreuve sur papier, on arrive facilement à faire mettre sur bois et même à l'y décalquer, au lieu de laisser à un dessinateur une interprétation toute spéculative d'un sujet qui lui est étranger.

C'est le corollaire indispensable des études micrographiques.

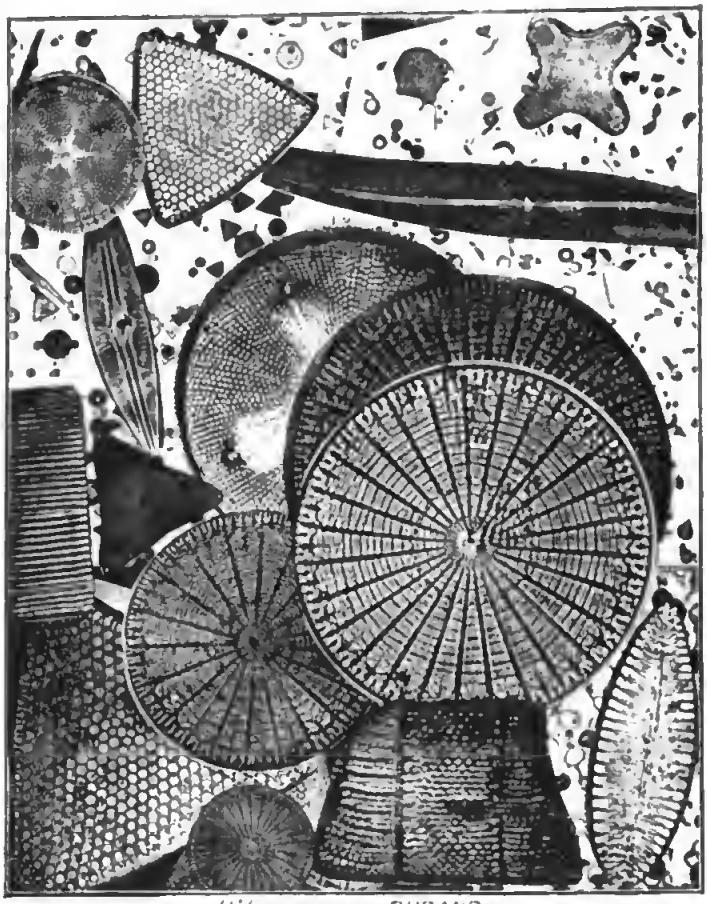


Fig. 5. — Diatomées groupées.

Pour les reproductions on placera les photographies ou dessins dans un cadre, comme les châssis positifs, ou on les collera sur un carton, afin d'avoir une planimétrie complète ; on les expo-

sera directement en plein soleil ; jamais l'on n'aura une surabondance de lumière. La condition principale est d'observer une parfaite perpendicularité à l'axe optique de la chambre noire ; pour cela, on la monte sur une table munie de coulisses, sur lesquelles elle est mobile. L'objectif à employer de préférence est celui dont la combinaison de lentilles tend à déformer le moins ; néanmoins, en corrigeant ce défaut par l'emploi d'un diaphragme très-petit, on peut se servir des objectifs ordinaires, du triplet, du globulaire, de l'objectif simple et de l'objectif double qui donne beaucoup de netteté, et qui est entre les mains de tous ceux qui font de la photographie.

Le procédé sec, comme le procédé humide, s'emploient indistinctement ; on observera seulement de prendre une pose courte pour les tons égaux, et une pose longue pour les oppositions. Tout le reste est du domaine de la photographie ordinaire.

PHOTOGRAPHIE DES CORPS OPAQUES

Reproduire les sujets éclairés par transparence est la méthode la plus communément suivie et celle qui offre le plus de facilité ; c'est celle qui donne les meilleurs résultats. L'obligation de photographier des corps très-petits impénétrables à la lumière est heureusement exceptionnelle ; autant que possible on tournera la difficulté par l'art de la préparation ; sans les dénaturer, on tâchera de les rendre demi-opaques, soit en les amincissant, soit en les imprégnant de substances qui les rendent diaphanes. On ne les reproduira ainsi que quand il y aura nécessité absolue, pour ne pas tomber dans les opérations difficiles. Elles s'attachent à la faible quantité de lumière réfléchie, qui exclut un long allongement de la chambre noire, et au relief des corps qui empêche totalement une mise au foyer précise et uniforme simultanée de la totalité de la surface. En employant la disposition du microscope inclinant adapté à la chambre noire horizontale, on éclai-

rera avec une lentille concave montée sur pied mobile, conduisant les rayons solaires, de façon à ménager les ombres devant produire l'effet le plus avantageux pour le relief. Un petit ballon de verre

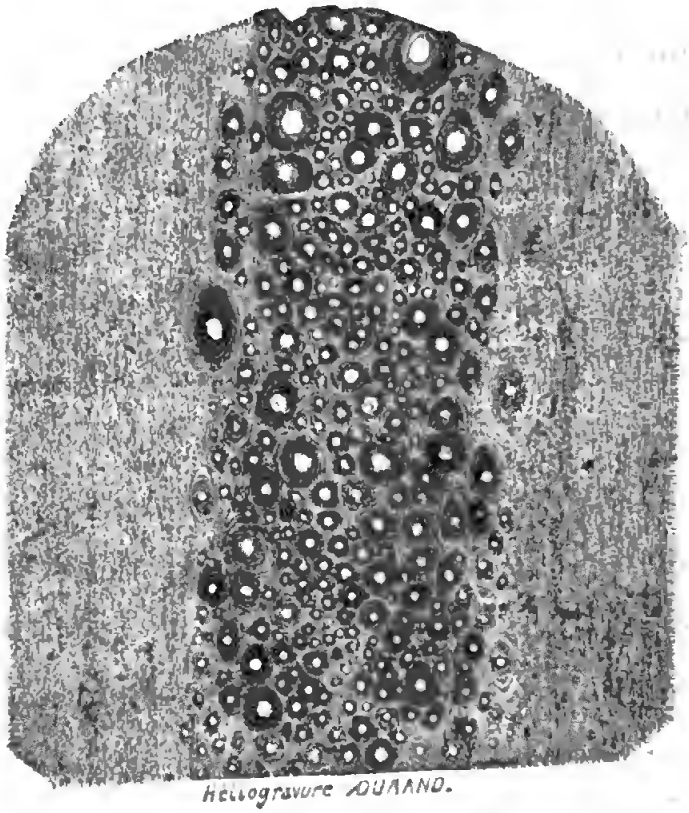


Fig. 6. — Coupe d'un fanon de baleine. — Exemple de reproduction d'objet demi-opaque.

rempli d'eau très-pure, comme ceux employés dans les laboratoires, fournit aussi un point très-brillant, sans donner beaucoup de calorique, défaut à éviter pour ne pas détériorer les préparations susceptibles.

Il est utile de recevoir la lumière selon une direction, calculée par rapport à la position de la chambre noire, de façon à ce que l'angle d'incidence ne soit ni trop ouvert, ni trop aigu. On fera apparaître les corps opaques sur fond noir, obtenu sur la préparation même, ou sur quelque autre où ils puissent se détacher, car ces épreuves ont besoin impérieusement d'avoir des nuances tranchées.

Les faibles grossissements seuls conviennent aux corps opaques, parce qu'avec un objectif fort la distance focale serait trop courte pour faire tomber dessus un faisceau lumineux, et que la mise au foyer serait disproportionnée relativement au manque de pénétration. Comme l'on ne peut mettre au foyer le relief entier, puisque les objectifs, ayant deux ou trois lentilles, ne donnent qu'un seul plan, on choisit le point le plus intéressant, ou un point intermédiaire qui donne un ensemble, quoique ne traduisant nettement qu'une seule partie. Si l'on était dans la nécessité de reproduire souvent des objets opaques, on pourrait les réfléchir dans une glace, selon un plan d'incidence combiné, où alors ils se projetteraient planétriquement.

On peut encore avoir recours pour l'éclairage au miroir de Lieberkühn, placé au-dessus d'une chambre noire verticale, selon la disposition de M. Nachet, ou au réflecteur parabolique de Beck (modifié par M. Sorby), tournant autour de l'objectif, pour diriger les rayons à volonté. Le professeur L. Smith (de Gambia, Ohio, U. S.) a été le promoteur d'un éclairage, dans lequel un petit miroir placé dans la partie inférieure du tube du microscope ouvert à cet effet réfléchit la lumière par-dessus l'objectif. Malgré les combinaisons instrumentales les plus ingénieuses, on n'est pas encore parvenu à résoudre définitivement la question de la photographie des corps opaques, qui serait d'un véritable secours à l'étude de la minéralogie ; les épreuves sont généralement peu séduisantes, si on ne les traite pas spécialement pour la reproduction photomicrographique.

ÉPREUVES STÉRÉOSCOPIQUES

L'emploi du microscope binoculaire s'adresse plus aux observations dans lesquelles l'image est virtuelle, que dans celle où elle est réelle, comme en photographie ; les effets de vision si remarquables dans le premier cas avec certains sujets deviennent insignifiants dans le second. Pour prendre une épreuve stéréoscopique du format employé communément, il est très-simple de tirer une épreuve positive, que l'on reproduit ensuite avec la chambre stéréoscopique usuelle pour les vues ; on élude ainsi une opération assez incommode, si l'on n'est pas installé pour ce cas particulier de la photomicrographie.

Avec le microscope ordinairement adapté à la chambre noire, on peut aussi prendre alternativement deux vues, dans un châssis d'un modèle en rapport avec l'écartement visuel. Pour certaines démonstrations d'objets et quelques préparations particulières, on a toute l'illusion du relief.

La photographie stéréomicroscopique a été l'objet de différentes études expérimentales. Le professeur Wheatstone, afin d'avoir des images où les jeux d'ombres soient dissemblables, ce qui donne un aspect plus saisissant, a inventé de faire tourner l'objet selon un axe imaginaire variant de 7° à 15° d'inclinaison, en évitant les ombres interférentes, qui produiraient des effets pseudoscopiques. Le docteur Maddox perfectionnant l'agencement mécanique, introduisit pour les objets transparents, selon M. Wenham et M. Smith, l'addition d'un obturateur ayant une ouverture semi-circulaire, égale à la moitié de la lentille frontale. M. Moitessier, désirant obtenir la sensation du relief résultant de la vision simultanée des deux images, se sert d'un demi-diaphragme donnant deux épreuves d'un même sujet, avec les deux moitiés d'un même objectif. Ce moyen pseudo-stéréoscopique s'applique particulièrement aux objets qui peuvent être éclairés par en dessus.

POLARISATION

Il est à remarquer que la polarisation, qui produit de si brillants effets de coloration dans les sujets microscopiques, n'est, considérée en général, que d'une faible utilité scientifique. L'appareil de polarisation microscopique se compose de deux pièces distinctes : *le polariseur* et *l'analyseur*. Le premier consiste en un petit prisme de Nicol qui se met entre l'objet et le miroir dans la pièce à coulisses sous la platine; le second, l'analyseur, qui est plus grand, se met au-dessus de l'objectif directement, ou au-dessus de l'oculaire ; quand il se place ainsi, il peut tourner indépendamment, au lieu que, sur l'objectif, il faut un microscope à platine tournante. Il est recouvert d'une pièce métallique, percée en son centre d'un très-petit trou faisant office de diaphragme, et éliminant une des deux images données par le prisme. On joint à cela des lames de gypse très-pur (sélénite) de différentes épaisseurs, collées entre deux verres protecteurs, qui, interpo-

sées entre le polariseur et l'analyseur, produisent des fonds de couleurs brillantes et ajoutent à l'éclat du phénomène lumineux.

En photographie le polariseur conserve sa place, mais l'analyseur, approprié à cette nécessité comme dimension, se pose tout près de l'objectif pour que les rayons qui en émanent passent en totalité à travers ; les effets de polarisation ont lieu quand l'analyseur occupe par rapport au polariseur une certaine position, lorsque les plans d'incidence font entre eux un angle droit. C'est en tournant doucement et en tâtonnant, qu'on arrive à produire la polarisation, mais on n'attendra pas le point d'extinction complète de la lumière.

Jusqu'ici la photographie est impuissante à fixer les couleurs ; en conséquence les effets de polarisation, si jolis lorsqu'ils sont projetés sur l'écran ou le verre dépoli, se traduisent tristement par des teintes plus ou moins foncées suivant l'activité chimique des couleurs ; ces riches tons, qui provoquent l'admiration, ne sont sur l'épreuve que d'affreux noirs désagréables. Néanmoins si la polarisation donne en général des effets d'un médiocre intérêt,

elle vient à l'aide du photographe dans quelques circonstances; ainsi dans l'étude des cristaux, en ménageant habilement les couleurs ou en s'en servant

Fig. 7. — Cristallisation de l'asparagine, vue à la lumière polarisée.

pour obtenir un fond noir, on arrive à faire apparaître des détails qui seraient invisibles, sans l'emploi de la lumière modifié par la polarisation. En étudiant les qualités photogéniques de certaines nuances, on peut en tirer très-bon parti. En Angleterre, M. Thos-Davis (1864) s'en est servi avec un succès remarquable, pour ses études cristallographiques. Citons, parmi les sels les plus aptes à l'emploi de la lumière polarisée, la salicine, l'asparagine, l'acide camphorique, l'acide tartrique,

l'acide gallique, le cyanure de magnésium, le sulfate de cuivre, etc...

Dans toutes les expériences on se mettra fortement en garde contre le foyer chimique, qui est d'autant plus sensible avec la lumière polarisée, que les lentilles ne sont pas corrigées pour les différentes couleurs, mais seulement pour la lumière blanche. Ce n'est qu'en tâtonnant, et en se basant d'après des points de repère établis sur la chambre noire, qu'on trouvera la correction ; à moins de disposer d'une très-abondante source lumineuse, on ne fera usage que d'objectifs faibles, suffisants du reste pour les besoins ordinaires.

Comme la lumière polarisée a la propriété de modifier l'aspect des préparations, on a songé à l'appliquer pour l'harmonisation des tons. M. Bertsch a appliqué dans le corps d'un microscope solaire photographique un système de polarisation chromatique, facilitant l'agrandissement des corps dont la transparence est trop prononcée, et dont les couleurs sont inactives ; il fournit un champ homogène, qui remplace la cuve de sulfate de cuivre, passant par tous les tons depuis le rouge jusqu'au

violet, et donnant par conséquent l'orange et le jaune. Quoique ceci ne soit pas indistinctement applicable à toutes les préparations, on obtiendra cependant dans des cas spéciaux de bonnes épreuves.

PROJECTIONS AVEC LA LANTERNE

La démonstration microscopique est toujours embarrassante devant une réunion quelconque, à cause de l'impossibilité de faire voir aux personnes à qui l'on parle le sujet que soi-même on a étudié ou préparé ; c'est dans l'intention de publicité que M. Nachet a construit un microscope à trois corps ; mais quand on est en présence d'une plus nombreuse assemblée, on a besoin d'un moyen plus puissant. Dans l'application du microscope solaire, modifié pour l'emploi de la lumière artificielle, on trouve un puissant auxiliaire, mais il a l'inconvénient de détériorer les préparations par la chaleur intense qui s'y développe par la concentration, et de demander des préparations spéciales. En faisant un néga-

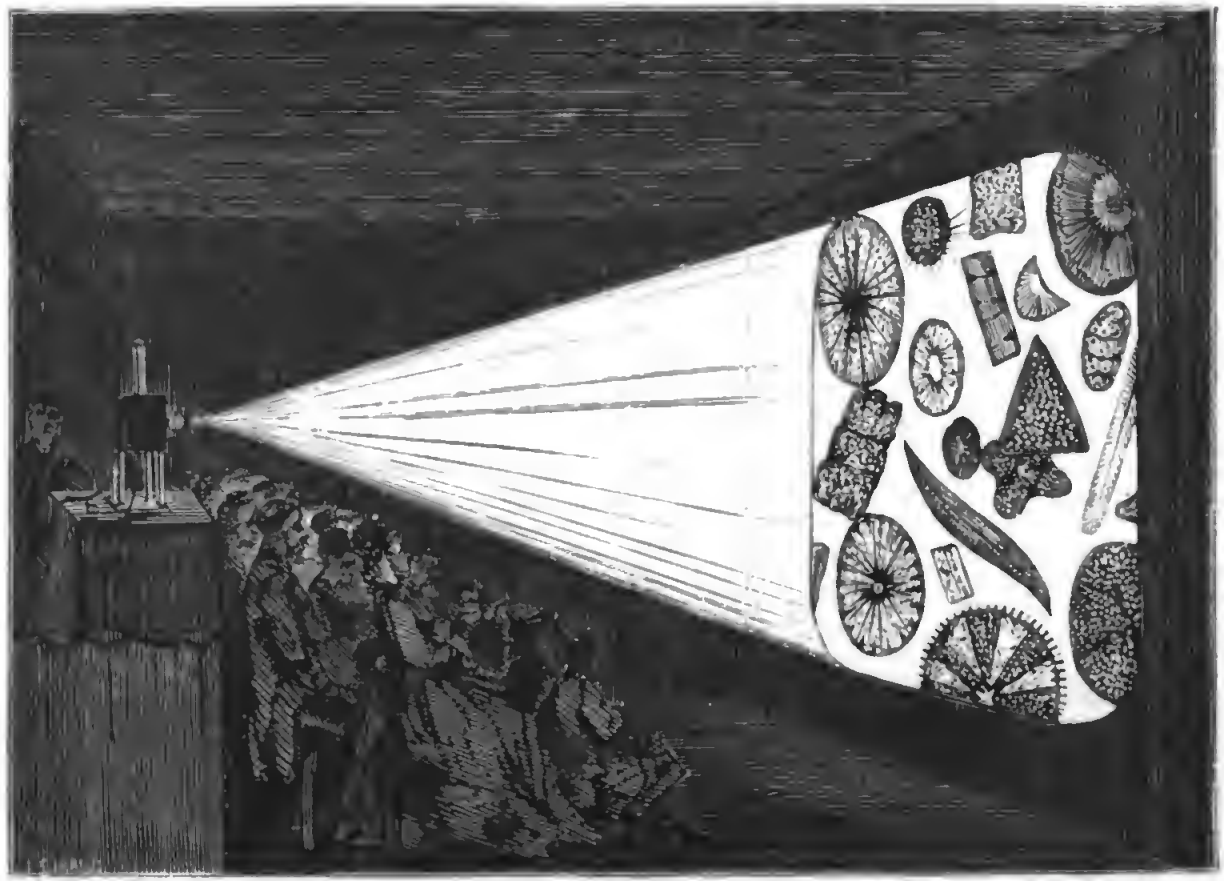


Fig. 8. — Application de la photomicrographie à l'enseignement. Projection à la lanterne éclairée par le gaz oxhydrique d'une épreuve positive sur verre de diatomées marines.

tif tiré sur verre on règle mieux les effets qu'il faut produire, et l'on peut atteindre des grossissements plus forts.

La vieille lanterne magique, perfectionnée avec toutes les améliorations optiques, est devenue un instrument réellement scientifique, de haute portée pour l'application à l'enseignement. L'éclairage se fait à la lumière électrique, au magnésium, ou mieux encore plus pratiquement avec le gaz oxhydrique, modification de la lumière de Drummond ; la lumière du gaz ou celle de l'huile n'offre pas assez d'intensité. Les projections se font le soir, ou dans une pièce hermétiquement fermée à la lumière du jour ; on projette les sujets sur un écran très-blanc, ou du calicot, ou sur un transparent derrière lequel est situé l'appareil. La lanterne se place au milieu de la pièce, selon les distances dont on peut disposer, et assez élevée pour que le centre du faisceau lumineux soit dans le milieu de l'écran.

Le point capital des projections photographiques est de fournir un bon positif sur verre, possédant les qualités requises pour donner une image bien expressive. Le cliché sera d'une parfaite netteté,

un peu dur; comme les objets doivent subir une seconde amplification, un cliché pris avec un faible grossissement convient mieux. Le tirage sur verre se fait, soit à la chambre noire, au procédé sec ou humide, ou uniquement avec application d'une feuille de verre sensibilisée à l'albumine ou au collodion sec. Les positifs auront un format spécial, uniforme, pour être facilement introduits dans la coulisse de la lanterne; encadrés dans un rond, ils représentent mieux à l'idée le champ du microscope. Les positifs pour projections doivent avoir une grande transparence, et un *fouillé* prononcé dans les détails; on évitera les noirs trop intenses qui empêcheraient la lumière de passer; une teinte douce un peu bistrée est très-avantageuse.

Ces projections de sujets microscopiques ont aux yeux des spectateurs une valeur réelle, puisque ce n'est pas une image fictive, mais bien le sujet lui-même agrandi, après avoir été obtenu chimiquement et physiquement; on voit donc la nature prise directement, aussi exactement que si l'on l'observait au microscope même.

A l'Exposition de photographie de 1869, nous

avons donné un exemple des projections avec la lumière oxhydrique, appliquées à la photographie pittoresque et scientifique ; ce spectacle a beaucoup excité la curiosité, en montrant les représentants peu connus du monde microscopique projetés dans des dimensions énormes.

V. — LES PRÉPARATIONS MICROSCOPIQUES CONSIDÉRÉS PHOTOGRAPHIQUEMENT

GÉNÉRALITÉS

La micrographie se résume dans l'habileté de préparer les sujets pour l'observation ; aussi faut-il joindre au talent de la photographie celui de faire des préparations, ou à défaut on est obligé de recourir à l'expérience d'autrui. Le point capital de la photomicrographie, est d'avoir d'excellentes préparations ; on concevra toute la perfection impérieuse qu'elles doivent avoir, puisque les plus petites défectuosités sont amplifiées dans les mêmes propor-

tions que le sujet lui-même, sans pouvoir être évincées. Une préparation très-inférieure peut être bien suffisante pour faire une bonne observation, parce que la réflexion supplée à l'imperfection matérielle, mais il n'y a pas de transaction possible avec la lumière, la photographie ne peut que tra-

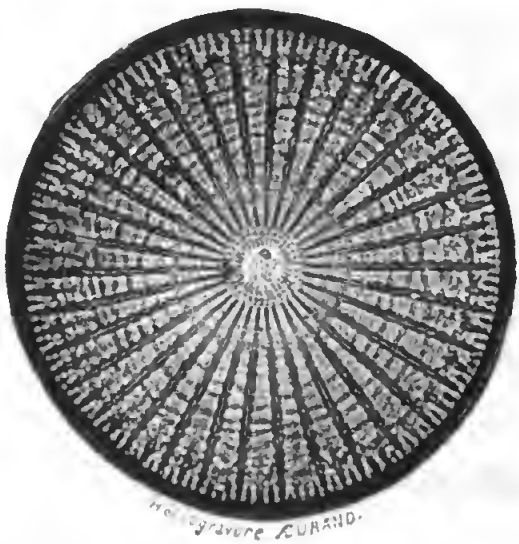


Fig. 9. — Diatomée (Arachnoidiscus Japonicus).

duire la chose, telle qu'elle est formée par l'objectif. Sans exagérer la perfection nécessaire, il est naturel qu'envisagée au point de vue uniquement technique, elle ait néanmoins une valeur d'étude, quoique peu satisfaisante pour l'œil ; c'est un document à l'appui d'une recherche.

DIFFÉRENTES SORTES DE PRÉPARATIONS

La description détaillée de la manière de faire les différentes sortes de préparations ne saurait trouver place ici ; du reste, avec les traités spéciaux, on ne peut apprendre que très-théoriquement l'art du préparateur. Plus que dans toute autre science, l'habileté ne s'acquiert que par une pratique constante et par les secrets de ce genre de manipulation. Il est cependant utile de donner quelques renseignements relativement aux côtés qui ont directement trait à la photographie.

Les préparations sont divisibles en deux catégories : celles qui sont temporaires, n'ayant d'autre durée que celle de l'observation, et celles qui plus soignées sont destinées à être conservées en collections. Sans exclure les premières, le soin tout particulier apporté aux secondes les rend plus propres à la photographie. Elles se font sur des lamelles de verre de 0,027 × 0,075, dites porte-objets, modèle uniformément adopté ; on les conserve verticale-

ment dans des boîtes à rainures, ou, dans certains cas, à plat, sur des casiers à tiroirs.

Chaque sujet requiert un travail particulier, son choix constitue le degré de perfection selon lequel se fait l'observation. Les préparations définitives se résument à trois sortes : à sec, au baume, ou dans un liquide, avec recouvrement d'un verre très-mince formant protection ou cellule (couvre-objet).

Les préparations *à sec* ne sont employées que pour les corps qui n'ont pas besoin d'une grande translucidité. On fait une cellule en bitume de Judée, dans l'intérieur de laquelle on place le sujet convenablement travaillé, puis on le recouvre d'un verre mince, et l'on ferme en traçant une bordure du même bitume.

Les préparations au *baume de Canada*, le meilleur des vernis pour la micrographie, conviennent aux corps secs ou pulvérulents, auxquels elles donnent une grande transparence; elles sont d'une excellente conservation, et bonnes spécialement pour la reproduction photographique, parce que les sujets y sont comprimés et que le baume est doué d'une

puissance de réfraction et de pénétration supérieure; mais comme il fond sous l'influence de la chaleur, on évitera de trop prolonger dessus l'action du soleil. On les fait, en déposant sur l'objet placé sur la lamelle de verre une goutte de baume fondu qu'on comprime légèrement, en évitant les bulles d'air, et qu'ensuite on laisse refroidir.

Les préparations dans le *liquide*, qui sont beaucoup plus compliquées, s'adressent à la plupart des sujets d'anatomie et à toutes les substances humides qui n'ont pas de transparence par elles-mêmes. Les liquides usités sont variés à l'infini, et multipliés suivant les exigences des tissus végétaux et animaux ; chacun d'eux, suivant certains micrographes, exigerait un liquide spécial, lui donnant des propriétés propres à l'observation. Néanmoins les plus fréquemment usités sont l'acide acétique, la glycérine, la gomme, l'acide phénique, mélangés entre eux selon des formules diverses. On trace sur le porte-objet une cellule au bitume de Judée; après avoir déposé sur le sujet une goutte du liquide, on dépose le verre de recouvrement légèrement, que l'on soude à la cellule avec la

même matière plastique, ayant soin d'éviter les bulles d'air et rendant la cellule parfaitement close. Il faut éviter en observant de comprimer le couvre-objet; en abaissant dessus l'objectif, on le briserait et la préparation serait perdue.

VALEUR PHOTOGRAPHIQUE DES PRÉPARATIONS

Tous les genres de préparation, même celles qui sont temporaires, sont à peu près reproductibles par la photomicrographie; cependant, pour faire des épreuves réellement soignées, elles doivent être l'objet d'un traitement spécial, en rapport avec les effets de la lumière; comme qualités communes à toutes, on comprendra la planimétrie pour pouvoir mettre au foyer toutes les parties ensemble, et la transparence qui donne du relief sans parties noires, en conservant une certaine opposition pour diversifier le ton. Malgré les soins que l'on prendra et l'expérience de l'art du préparateur, on ne pourra cependant produire, pour quelques genres, que des

préparations qui seront d'un effet désagréable, ou trop foncés, ou trop diaphanes.

En faisant la part des difficultés presque insurmontables pour donner une épreuve qui soit séduisante à l'œil, on n'oubliera pas que, pour l'investigation scientifique il s'agit moins d'obtenir un cachet artistique, qu'un témoignage exact d'une étude. Le photomicrographie est une science appliquée, qui ne doit pas viser à la prétention de faire une image. Chaque nature de préparation a des défauts inhérents; examinons quels sont ceux qui se présentent le plus communément.

Les préparations *anatomiques* telles que tissus, organes divers, corpuscules, détails histologiques, sont presque toujours faites dans un liquide conservateur, donnant de la transparence; quelques-unes sont injectées et colorées pour mieux mettre en évidence tel système anatomique; comme elles sont épaisses et que les contours sont indéterminés, il est nécessaire de n'employer qu'un faible grossissement, sans quoi elles viennent mal. Celles qui sont montées au baume de Canada sont préférables. Les organes très-petits, les liquides de l'é-

conomie sont plus susceptibles d'amplification.

Les *coupes de substances dures* sont ordinairement préparées au baume ; leur défaut capital est d'être

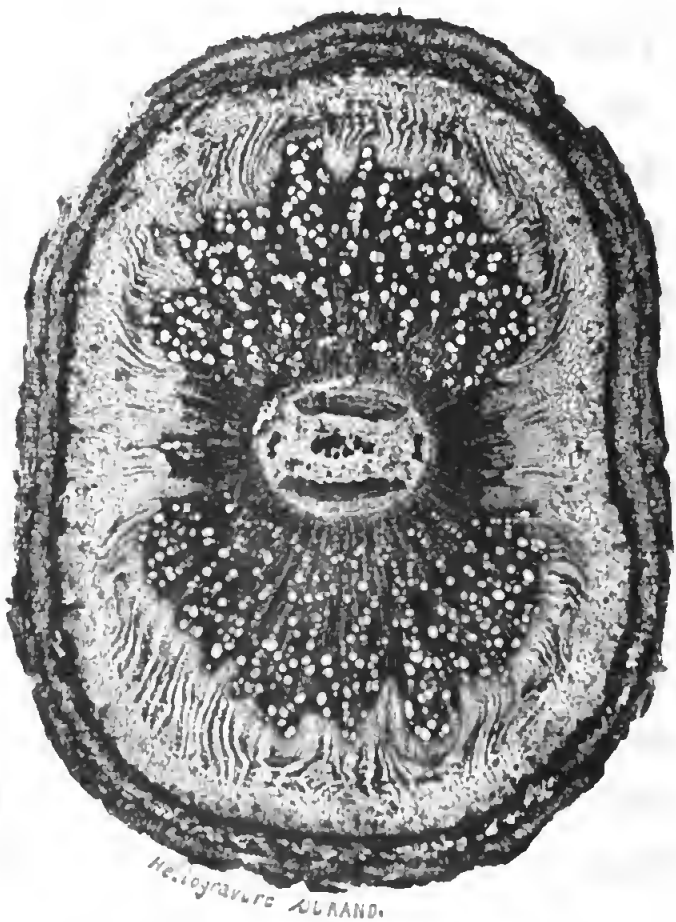


Fig. 10. — Coupe de tige de l'arbre à cire.

trop impénétrables à la lumière, elles donnent des négatifs durs. Les coupes de bois, qui sont l'objet d'une étude très-étendue pour la botanique, deman-

dent à être tranchées spécialement pour la photographie, pour laisser ressortir ce qui est le plus intéressant dans l'étude ; il faut qu'elles ne soient ni trop noires afin de laisser pénétrer la structure intime du système ligneux, ni trop minces pour que les tissus soient bien visibles; au baume, comme dans un liquide, on réussit bien si l'épaisseur est judicieusement déterminée. Ces coupes se font avec un instrument spécial. Les coupes d'os, de substances minérales, ne se traduisent souvent dans leurs détails que par des noirs et des blancs, parce qu'ils sont opaques.

Les *insectes* sont plus généralement montés au baume qu'au liquide, ils se photographient plus facilement dans le premier cas, parce qu'il y a compression uniforme. Ce sujet intéressant de reproduction vient mal, à cause de la couleur jaunâtre des parties principales, qui donnent de grands noirs empâtés sans aucun détail apparent; aussi faudrait-il un genre de préparation tout spécial pour donner aux parties épaisses une transparence moyenne en conservant de l'opacité dans les détails. Dans les études d'insectes, il n'est pas toujours

possible de comprendre la totalité dans le champ du microscope, à moins d'objectifs particulièrement faibles; on se bornera aux détails qui seront essayés sous des grossissements convenables, mais les moindres sont ceux qui sont préférables pour les insectes.

Les *diatomées*, ces petites algues chères aux micrographes, exercent de prédilection le talent des opérateurs, à cause de leur simplicité alliée à leur perfection singulière, et surtout parce qu'elles peuvent supporter les plus forts grossissements. Elles sont presque toujours préparées au baume, ou à sec si l'on craint qu'elles soient trop translucides. Ce sont d'excellents *tests-objets* naturels. Il ne faut pas qu'elles soient sur la préparation avec encombrement.

TESTS-OBJETS

La photomicrographie offre des difficultés matérielles inhérentes à certaines natures de sujets dans les grossissements moyens, mais son véritable triomphe pour l'opérateur et pour l'opticien qui a fabriqué de

bonnes lentilles, réside dans la résolution des *tests-objets;* reculer la limite des forts grossissements a été le but vers lequel tendent ceux qui pratiquent la photomicrographie.

On donne le nom de *test* à des sujets microscopiques naturels ou artificiels très-parfaits dans leur infinie petitesse, qui permettent, par la manière plus ou moins heureuse dont les détails subtils sont interprétés, de juger du degré relatif de perfection de l'objectif, dans sa pénétration, son ouverture, sa netteté, sans nuire à la puissance; en même temps c'est une preuve d'habileté pour celui qui conduit à bonne fin cette opération délicate. Aussi c'est une bonne précaution d'essayer un objectif puissant, par la résolution de *tests*, avant de s'en rendre définitivement possesseur.

Ils ne doivent pas être considérés purement comme sujets d'expérimentation photomicrographiques, et d'une vaine utilité technique ou positive; en servant à prouver le degré de fini et d'habileté des artistes qui les fabriquent, ils suscitent une émulation profitable, permettant d'atteindre le superlatif de l'art micrographique et de faire d'importantes

découvertes en perfectionnant les instruments d'investigation puissante.

Le *tests* naturels en usage étaient empruntés aux organes de certains insectes, les plumules d'ailes de papillon, des épidermes, etc. On a maintenant communément recours aux diatomées, dont la précision géométrique des formes est alliée à l'extrême subtilité. On choisit de préférence celles dont les cellules sont les plus régulières, et dont la valve présente des caractères de finesse remarquable dans leurs stries ou leurs ponctuations. Telles sont les *Navicules*, les *Discoïdes*, les *Grammatophora*, les *Surirella*, etc., sur lesquelles s'est exercée la photomicrographie expérimentale. On recherchera les préparations excellentes, en choisissant dans un grand nombre et en examinant dans les meilleures quelles sont celles qui s'y prêtent le mieux par leur degré de perfection.

En usant du pouvoir amplifiant le plus possible pour résoudre des *tests*, on ne perdra pas de vue que le principe essentiel est de ne compromettre nullement la pureté de l'épreuve; on ira jusqu'au point où l'objectif le permettra, mais sans le dépas-

ser. On se rappellera aussi que, dans les essais de ce genre, les phénomènes lumineux viennent beaucoup compliquer les véritables formes et traduisent faussement les détails naturels en produisant de singuliers effets. Avec un objectif fort et une grande distance de l'écran récepteur de l'image, l'interférence et la diffraction deviennent très-sen-

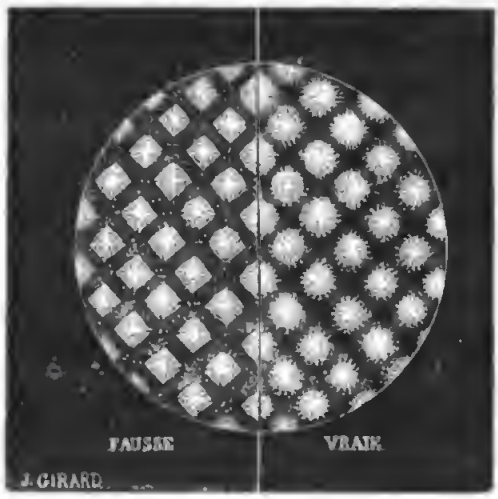


Fig. 11. — Interprétation du *Pleurosigma angulatum* employé comme *test-objet* photomicrographique, et indication des effets qui résultent de l'interférence (traduits par la gravure).

sibles, surtout dans les préparations au baume, sans qu'on en ait conscience. Elles sont beaucoup plus sensibles quand on se sert d'un verre dépoli comme écran, que d'un papier tendu. Ainsi, pour le *Pleurosigma angulatum*, *test* très-difficile et qui a

beaucoup été étudié, l'incidence des rayons lumineux produit des lignes de stries qui se croisent, ou avec plus d'amplification des ponctuations mal définies, et dont les divers expérimentateurs ont donné bien des solutions diverses ; par un examen attentif avec un bon objectif à correction et immersion, on sera convaincu que cette diatomée est réellement couverte de protubérances, dont l'aspect se modifie selon les jeux et ondulations de lumière.

Citons parmi les résolutions de *tests* les plus remarquables par la photographie, le *P. angulatum* de M. Woodward, obtenu avec agrandissement, au grossissement de 19,500 diamètres, donnant sur l'épreuve positive même des illusions optiques indéterminées, selon la direction des rayons visuels. La même diatomée a été photographiée par le docteur Maddox au grossissement de 3,000 diamètres. Elle a été aussi résolue par M. Lakerbaüer ; les protubérances s'y traduisent par des cercles avec point central ; l'épreuve amplifiée tirée sur verre pour stéréoscopes rend leur relief évident.

TESTS ARTIFICIELS

Les *tests* organiques n'offrent pas toujours entre eux une parfaite analogie, ils n'ont pas une rigoureuse précision mathématique, nécessaire comme unité de comparaison dans les expériences d'une

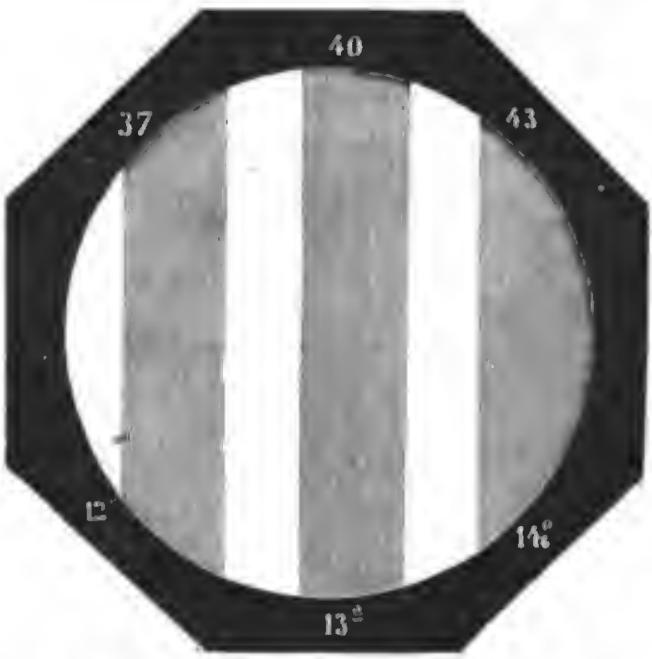


Fig. 12. — *Test-objet* artificiel de Nobert. — 12e, 13e, 14e bandes d'après une épreuve photographique de M. Woodward.

grande délicatesse ; on a recours alors à un *test* artificiel, qui consiste en stries très-fines gravées sur verre, comme le serait un micromètre.

Un artiste de Barth (Poméranie), M. Nobert, est arrivé à tracer sur verre des lignes assez délicates,

différentes dans le nombre et dans la finesse, avec une telle précision, que dans le cas le plus difficile à résoudre, 3,544 sont contenues dans un millimètre. Les lignes d'une perfection étonnante sont divisées en groupes ou bandes séparées entre elles par un espace; celles de la première bande sont d'un millième de ligne, celle de la seconde $\frac{1}{1,500}$, et successivement jusqu'à la trentième et dernière, dont l'écartement est de 0,000125 de ligne. Plus le perfectionnement des objectifs avance, plus on peut reconnaître de lignes; cependant la question de la vision nette avec nos instruments n'est pas encore tranchée.

Le *test* de Nobert a été de la part de M. Woodward l'objet des photographies expérimentales au laboratoire de l'*Army medical Museum*, pour essayer les objectifs de Powell et Lealand ($\frac{1}{25}$ inch) sous des grossissements de 1,000 et 2,000 diamètres; il a obtenu avec la lumière violette du prisme, sous le dernier de ces grossissements après amplification, les lignes de la 15e bande, qui en comprend 45.

TABLE DES MATIÈRES

I. — Préliminaires 1
Introduction. — Historique. — Installation.

II. — L'appareil photomicrographique. 15
Choix et disposition de l'instrument. — Cabinet noir photographique. — Le microscope adapté à la chambre noire. — Disposition verticale du microscope. — Objectifs. — Objectifs à correction et immersion.

III. — Procédés opératoires. 39
La lumière. — Conditions d'éclairage et réflexion de la lumière. — Grossissement. — Mesure de grossissements. — Mise au foyer. — Pose. — Développement.

IV. — Applications et opérations accessoires. 50
Agrandissements. — Reproductions. — Photographie des corps opaques. — Épreuves stéréoscopiques. — Polarisation. — Projections avec la lanterne.

V. — Les préparations microscopiques considérées photographiquement. 72
Généralités. — Différentes sortes de préparations. — Valeur photographique des préparations. — Tests-objets. — Tests artificiels.

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

Digitized by Google

Digitized by Google

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

Digitized by Google

Digitized by Google